

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international**



**(43) Date de la publication internationale  
12 juillet 2001 (12.07.2001)**

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/49397 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: B01D 61/44,  
61/52, C02F 1/469

Village, F-78180 Montigny le Bretonneux (FR). FAHRAS-MANE, Alain [FR/FR]; 4, Sentier des Vignes, F-28130 Bouglainval (FR).

**(21) Numéro de la demande internationale:**

PCT/FR00/03682

(74) **Mandataire: DE SAINT PALAIS, Arnaud; Cabinet Moutard, 35, rue de la Paroisse, F-78000 Versailles (FR).**

**(22) Date de dépôt international:**

26 décembre 2000 (26.12.2000)

(81) Etats désignés (*national*): AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA,

### (25) Langue de dépôt:

français

EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(30) Données relatives à la priorité:

00/000088 3 janvier 2000 (03.01.2000) EP

(84) **États désignés (regional):** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,

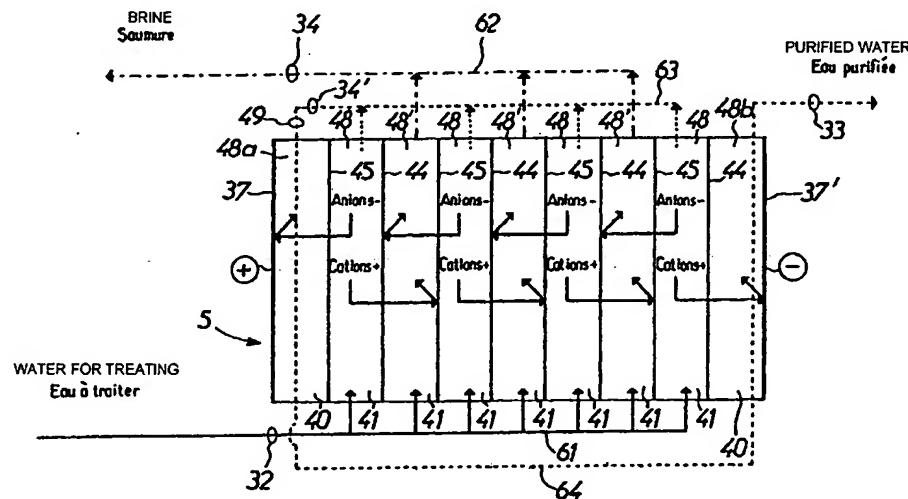
### (71) Déposants et

(72) Inventeurs: BERNARD Michel (FR/FR); 2<sup>e</sup> place du

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: AUTOMATIC DEVICE FOR PURIFYING DRINKING WATER

**(54) Titre: DISPOSITIF AUTOMATIQUE DE PURIFICATION D'EAU POTABLE**



**(57) Abstract:** The inventive device comprises an electrodialysis unit (5) comprising the following: two electrodes (37, 37') for generating a continuous electric field between them and, between the electrodes, a plurality of ion-exchanger membranes (44, 45) which select of positive or negative ions (45), a plurality of membrane separator frames (41), each of which is arranged between two membranes (44, 45) so that the water to be treated can pass over the surface of the adjacent membranes, and two separator frames (40) for separating the electrodes and the membranes, which are arranged between the two electrodes (37, 37') and the adjacent membranes (44) to allow the water to pass along the electrodes, the water to be treated only being guided into the separator frames (41) between two ion exchange membranes and the purified water being guided into the frames (40) separating the electrodes and the membranes, before being guided to the exit (33) of the electrodialysis unit.

*[Suite sur la page suivante]*



MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— *Avec rapport de recherche internationale.*

---

**(57) Abrégé:** Ce dispositif comporte une unité d'électrodialyse (5) comprenant: deux électrodes (37, 37') pour générer entre elles un champ électrique continu, et entre les électrodes, une pluralité de membranes (44, 45) échangeuses d'ions sélectives des ions positifs ou des ions négatifs (45), une pluralité de cadres séparateurs (41) de membranes disposés chacun entre deux membranes (44, 45) pour le passage de l'eau à traiter sur la surface des membranes adjacentes, et deux cadres séparateurs (40) d'électrode et de membrane disposés respectivement entre les deux électrodes (37, 37') et les membranes (44) adjacentes, pour le passage de l'eau le long des électrodes, l'eau à traiter étant exclusivement envoyée dans les cadres séparateurs (41) entre deux membranes échangeuses d'ions, l'eau purifiée étant envoyée dans les cadres séparateurs (40) d'électrode et de membrane, avant d'être envoyée en sortie (33) de l'unité d'électrodialyse.

DISPOSITIF AUTOMATIQUE DE PURIFICATION D'EAU POTABLE.

10

La présente invention concerne un dispositif destiné à purifier l'eau à usage alimentaire.

15

Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, à la purification de l'eau potable distribuée pour la consommation domestique ou collective, avec une capacité de quelques litres à quelques mètres cubes par jour.

20

Malgré la mise en œuvre de processus de traitement et de purification, l'eau potable distribuée peut contenir encore des éléments polluants qui induisent des effets plus ou moins gênants en termes d'aspect (matières en suspension), d'odeur et de goût (chlore, composés organiques, ...), de santé (présence de bactéries, calcaire, nitrates, pesticides, composés organiques, métaux lourds, ...).

25

Il est donc souhaitable de purifier l'eau potable distribuée en réduisant les éléments polluants qu'elle contient, tout en conservant ses oligo-éléments naturels.

30

Il existe des dispositifs à usage domestique qui éliminent tout ou partie des composés considérés comme des polluants. Les dispositifs les plus courants sont appliqués après le robinet de puisage de l'eau et sont constitués d'éléments absorbants et/ou filtrants, faisant subir à l'eau deux ou trois étapes de traitement. Cependant, ces dispositifs n'éliminent qu'une partie des éléments polluants, et dans certains cas, ils peuvent même émettre de la pollution lorsqu'ils sont utilisés dans de mauvaises conditions, notamment de débit, de saturation ou de température.

D'autres dispositifs connus s'appliquent avant le robinet de puisage, et sont basés sur un système filtrant par osmose inverse qui peut être associé à un prétraitement utilisant des éléments filtrants et absorbants, et éventuellement un post traitement de filtration, de stérilisation et de reminéralisation. Ces dispositifs

- 5 permettent d'éliminer la majeure partie des éléments considérés comme polluants. Ils présentent toutefois les inconvénients :

- de mettre en œuvre un grand nombre d'étapes de traitement (5 à 6 étapes).
- de produire une eau quasiment pure chimiquement, et exempte de sels minéraux, ce qui rend nécessaire la mise en œuvre d'une étape de post traitement de reminéralisation,
- 10 - de nécessiter un adoucissement et une déchlororation préalable de l'eau à traiter, ce qui rend nécessaire la mise en œuvre d'une étape de post traitement de désinfection, et
- 15 - de présenter un faible rendement, de 1/5 à 1/20 d'eau traitée par rapport à l'eau consommée.

On connaît par ailleurs le procédé d'électrodialyse qui est utilisé dans des applications industrielles de grande capacité, pour la purification de solutions et 20 la déminéralisation ou le dessalement d'eau. Ce procédé consiste à appliquer un champ électrique continu à la solution aqueuse à traiter pour obtenir la migration des espèces ionisées contenues dans la solution. La séparation des espèces ioniques polluantes de la solution pure est réalisée en utilisant :

- 25 - des membranes échangeuses d'ions, les unes étant sélectives des cations, et les autres sélectives des anions, la sélectivité ionique de ces membranes pouvant être adaptée à l'extraction d'espèces de charges ioniques plurivalentes et/ou monovalentes, et
- 30 - des séparateurs assurant la circulation de l'eau à traiter sur les surfaces des membranes échangeuses.

Il s'avère que dans ce procédé, les électrodes engendrant le champ électrique et les membranes ont tendance à s'encrasser, les cations alcalino-terreux ayant 35 tendance à précipiter sur la cathode et sur les membranes sélectives des anions. En outre, ce procédé n'est pas adapté à une mise en œuvre dans une petite unité de traitement, car une telle miniaturisation implique une réduction des conduits

de passage de l'eau dans les différents organes de l'unité d'électrodialyse, et donc un risque accru d'encrassement, et d'obturation de ces conduits.

La présente invention a pour but de supprimer ces inconvénients. A cet effet, elle 5 propose un dispositif de purification de l'eau à usage domestique ou collectif, ce dispositif comportant une unité d'électrodialyse comprenant :

- deux électrodes planes disposées en regard l'une de l'autre, qui sont soumises à une tension continue pour générer entre elles un champ électrique continu,
- 10 – une pluralité de membranes échangeuses d'ions disposées entre les électrodes, les unes étant sélectives des ions positifs, et les autres des ions négatifs, et
- 15 – une pluralité de cadres séparateurs de membranes, disposés chacun entre deux membranes échangeuses d'ions adjacentes, et permettant le passage de l'eau à traiter sur la surface de ces deux membranes,
- 20 – deux cadres séparateurs d'électrode et de membrane, disposés respectivement entre les deux électrodes et les membranes échangeuses d'ions adjacentes, et permettant le passage de l'eau le long des électrodes,
- une conduite de répartition de l'eau à traiter dans les cadres séparateurs, et deux conduites respectives d'extraction d'eau saumâtre et d'eau purifiée des cadres séparateurs.

25

Selon l'invention, ce dispositif est caractérisé en ce que l'unité d'électrodialyse comprend des moyens pour envoyer l'eau à traiter exclusivement dans les cadres séparateurs entre deux membranes échangeuses d'ions, et des moyens pour envoyer l'eau purifiée de la conduite d'extraction d'eau purifiée dans les cadres 30 séparateurs d'électrode et de membrane, avant de l'envoyer en sortie de l'unité d'électrodialyse.

Grâce à ces dispositions, en repassant sur l'électrode négative, l'eau purifiée réduit les phénomènes de précipitation qui sont très intenses sur cette électrode à 35 cause de la très faible acidité du milieu environnant. On évite ainsi la nécessité d'un prétraitement d'adoucissement d'eau si l'eau à traiter est très calcaire. En outre, la couche d'eau purifiée (moins alcaline) circulant à la surface des électrodes dont la conductivité est d'autant plus faible que son taux de

purification ionique est grand, procure un effet d'autorégulation du courant continu traversant l'unité d'électrodialyse.

Par ailleurs, on peut constater qu'en repassant sur l'électrode positive, l'eau purifiée traverse un milieu fortement oxydant qui a un effet bactéricide et bactériostatique (la population des bactéries n'augmente pas après le traitement). On évite ainsi un post traitement antibactérien.

En supprimant plusieurs étapes de traitement, l'invention permet de réduire sensiblement le coût d'un dispositif de purification d'eau, appliquant le procédé de l'électrodialyse, à tel point que ce procédé peut être mis en œuvre dans un petit appareil électroménager d'un coût suffisamment faible pour être accessible au grand public.

15 Selon une particularité de l'invention, le dispositif comprend des moyens pour inverser la polarité appliquée aux électrodes, des moyens pour commander les moyens d'inversion de polarité d'une manière périodique, de manière à ce que les durées respectives des alternances de polarisation positive et des alternances de polarisation négative soient égales, et/ou des moyens d'alimentation en courant continu, de manière à ce que les quantités de courant continu délivrées au système, durant l'une et l'autre des alternances de polarité soient égales, et des moyens d'électrovannes commutés à chaque alternance pour orienter l'eau saumâtre extraite vers la sortie d'eau saumâtre de l'unité d'électrodialyse, et l'eau purifiée dans les cadres séparateurs d'électrode et de membrane, puis vers la 25 sortie d'eau purifiée de l'unité d'électrodialyse.

De cette manière, les ions qui ont précipité dans l'unité d'électrodialyse durant une alternance, sont dissous durant l'alternance suivante du fait de l'inversion de polarité qui transforme en milieu acide, le milieu basique où se sont produites les 30 précipitations.

La durée des alternances de polarité est comprise entre quelques minutes et quelques dizaines de minutes, et de préférence comprise entre deux et dix minutes.

35 Avantageusement, l'égalité de la durée des alternances de polarité et des quantités de courant continu sont obtenues avec une précision inférieure à  $\pm 1\%$ , de préférence inférieure à  $\pm 0,05\%$ .

On évite ainsi l'encrassement à la longue de l'unité d'électrodialyse.

Un mode de réalisation du dispositif selon l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

5

La figure 1 représente un schéma de principe d'un dispositif de purification d'eau selon une première variante de réalisation préférée de l'invention ;

10

La figure 2 représente un schéma de principe d'un dispositif de purification d'eau selon une seconde variante de réalisation préférée de l'invention ;

La figure 3 représente un schéma de principe d'un dispositif de purification d'eau selon une troisième variante de réalisation préférée de l'invention ;

15

La figure 4 représente en vue éclatée un mode de réalisation préféré d'une unité d'électrodialyse ;

La figure 5 illustre de manière schématique le principe de fonctionnement de l'unité d'électrodialyse montrée sur la figure 4.

20

Les figures 6, 7 et 8 montrent en détail respectivement un cadre séparateur d'électrode et de membrane, un cadre séparateur de membranes et une membrane, utilisés dans l'unité d'électrodialyse représentée sur la figure 4 ;

25

La figure 9 montre en détail une variante de réalisation d'un cadre séparateur de membranes, utilisé dans l'unité d'électrodialyse représentée sur la figure 4 ;

La figure 10 est un schéma de principe d'un dispositif de purification d'eau selon une quatrième variante de réalisation préférée de l'invention.

30

Le dispositif selon l'invention représenté sur la figure 1 consiste en une petite unité de purification d'eau, à usage domestique, non raccordée à un réseau de

distribution d'eau potable. Ce dispositif comprend une unité d'électrodialyse 5 raccordée à un réservoir 1 d'eau à traiter, et une pompe 3 qui injecte l'eau du réservoir 1 dans l'unité d'électrodialyse 5. Suivant la qualité de l'eau à traiter, on peut prévoir de disposer une unité de prétraitement 4 entre la pompe et l'unité 5 d'électrodialyse.

L'unité d'électrodialyse 5 comporte une sortie 33 d'eau traitée qui est recueillie dans un réservoir 6 et une sortie 34 d'évacuation d'eau saumâtre contenant les polluants extraits de l'eau traitée, qui peut être raccordée par une conduite 7 à un 10 circuit d'évacuation 8 des eaux usées.

Les réservoirs 1 et 6 sont à la pression atmosphérique, le réservoir 6 étant constitué par une cruche amovible.

La pompe 3 et l'unité d'électrodialyse 5 sont commandées et alimentées en 15 énergie électrique par un organe de commande 9, par exemple muni d'un cordon et d'une prise de raccordement 10 au réseau électrique. Le réservoir 1 comporte un détecteur 2 de niveau d'eau raccordé à l'organe de commande 9 qui est conçu pour arrêter la pompe 3 et l'unité d'électrodialyse 5 lorsque le niveau d'eau dans le réservoir 1 est inférieur à un seuil minimum prédéterminé.

20 L'unité de prétraitement 4 est par exemple constituée d'un assemblage d'éléments tels que des filtres adaptés à la qualité physico-chimique de l'eau à traiter.

Cette unité comprend de préférence un élément de filtration de sédiments dont 25 les particules sont de taille supérieure à 5 µm, pour éliminer les matières en suspension et les éléments précipités, un élément à charbon activé sous la forme de granulés ou d'un bloc compacté, pour éliminer les polluants de type pesticides, composés chlorés, matières organiques, et un élément complexant par exemple à base de polyphosphate de sodium ou de silicopolyphosphate de sodium. Ces 30 éléments peuvent être conditionnés sous la forme d'une cartouche munie d'orifices d'entrée et de sortie pour permettre la circulation de l'eau à traiter.

Selon l'invention, l'unité d'électrodialyse 5 permet d'éliminer de l'eau à traiter, les 35 espèces ioniques en excédant, telles que les nitrates, phosphates, le calcium, les carbonates, etc. A cet effet, elle est de type multicellulaire, dont l'organisation interne est adaptée à la purification de l'eau à usage domestique, du type "eau de ville", sans qu'il soit nécessaire de faire subir à cette eau un traitement préalable d'adoucissement.

L'organe de commande 9 comprend un transformateur de tension, un redresseur de courant pour alimenter notamment l'unité d'électrodialyse, un circuit de commande et de contrôle de la pompe et un ensemble de voyants lumineux 5 indiquant l'état du dispositif.

Ce dispositif est avantageusement logé dans un boîtier analogue à celui d'un petit appareil électroménager, la cruche 6 de réception de l'eau traitée étant amovible.

10 La figure 2 représente un dispositif selon l'invention qui est conçu pour être raccordé directement sur un circuit de distribution d'eau sous pression et fournir à la demande de l'eau traitée sous pression, d'une manière automatique.

Sur cette figure, le dispositif de purification comprend une unité d'électrodialyse 5 qui peut être associée à une unité de prétraitement 4, cette unité étant alimentée 15 en eau à traiter par le circuit de distribution d'eau 12, par l'intermédiaire d'une vanne d'arrêt 11 et d'une électrovanne 14. La pression de l'eau entre la vanne d'arrêt 11 et l'électrovanne 14 est détectée par un détecteur de pression 13 basse pression. L'unité d'électrodialyse 5 comprend deux sorties 34, 34', à savoir une sortie d'eau traitée et une sortie d'eau saumâtre, lesquelles sont raccordées à un 20 ensemble à double électrovanne deux voies 15, 16. En sortie de cet ensemble, on trouve une conduite d'évacuation 7 de l'eau saumâtre qui est reliée au circuit d'évacuation des eaux usées 8, et une conduite pour la fourniture de l'eau traitée à un robinet de puisage 21 et, par l'intermédiaire d'une vanne d'arrêt 20, à un réservoir de stockage 19 sous pression. La pression dans le circuit d'eau traitée 25 est détectée par un détecteur de pression 17.

L'ensemble des électrovanne 14, 15, 16 est commandé par un organe de commande 9' en fonction des indications fournies par les détecteurs 13, 17. L'organe de commande 9' est relié au réseau de distribution électrique par 30 l'intermédiaire d'une prise de raccordement 10 et alimenté en tension continue notamment l'unité d'électrodialyse 5.

Sur la conduite de l'eau saumâtre, se trouve un élément de limitation de débit 18 pour limiter le débit d'eau saumâtre, notamment lorsque que la pression de l'eau 35 du circuit augmente au fur et à mesure que le réservoir 19 se remplit.

Le détecteur de pression 17 sur la conduite d'eau traitée permet de détecter que le réservoir est plein et que le robinet 21 est fermé, pour commander la fermeture de

l'électrovanne 14, et la coupure de l'alimentation électrique de l'unité d'électrodialyse 5. Un changement d'état de ce détecteur de pression déclenche la commande inverse d'ouverture de l'électrovanne 14 et de mise sous tension de l'unité d'électrodialyse.

5

Lorsqu'on actionne le robinet 21, l'eau traitée qui n'est pas consommée tombe dans un évier raccordé au réseau d'évacuation des eaux usées 8.

Tous les éléments de ce dispositif sont rassemblés dans un boîtier dont la face 10 arrière est équipée des passages et raccords nécessaires à l'alimentation électrique et en eau, et à l'évacuation de l'eau traitée et de la saumure. Les faces avant et/ou de dessus de ce boîtier sont équipées d'organes de contrôle et de signalisation de fonctionnement.

15 La figure 3 représente une variante simplifiée du dispositif représenté sur la figure 2. Le dispositif représenté sur cette figure est sensiblement identique à celui représenté sur la figure 3, mis à part que la conduite d'eau traitée est reliée à un réservoir 19' à la pression atmosphérique, la sortie de ce réservoir étant reliée à une vanne 28 de prise d'eau traitée. Le niveau d'eau du réservoir 19' est mesuré 20 par un détecteur 27 de niveau d'eau, relié à un organe de commande 9" qui commande l'ouverture de l'électrovanne 14 et mise sous tension électrique de l'unité d'électrodialyse lorsque le niveau d'eau détecté par le détecteur 27 se trouve en dessous d'un certain seuil minimum prédéterminé, et exécute la commande inverse lorsque ce niveau se trouve au dessus d'un certain seuil 25 maximum prédéterminé.

Sur la figure 4, l'unité d'électrodialyse 5 comprend un ou plusieurs étages de traitement, constitués d'un empilement de couches comprenant :

30 - des brides externes 31, 31' comportant respectivement des orifices d'entrée 32 et de sorties 33, 34 de l'eau, et de passage 35 des liaisons électriques d'alimentation des électrodes en courant continu,

35 - deux électrodes 37, 37' réalisées dans une matière non corrodable, qui sont chacune insérées dans un cadre d'électrode 38 respectif, comportant des orifices 47 pour la circulation des fluides dans l'unité d'électrodialyse,

- des membranes 44, 45 échangeuses d'ions mono ou plurivalents, possédant des perforations pour permettre la circulation des fluides entre les différentes couches, les membranes 44 étant sélectives des cations ou ions positifs et les membranes 45 des anions ou ions négatifs,

5

- des cadres séparateurs 40 d'électrode et de membrane, ayant un profil apte à assurer la distribution de l'eau exclusivement à la surface des électrodes 37, 37' et des membranes 44, et

- 10 - des cadres séparateurs 41 de membranes ayant un profil apte à assurer la distribution de l'eau à la surface des membranes 44, 45, la position de ces cadres assurant la distribution de l'eau entre le circuit de circulation d'eau à traiter, et les circuits où sont recueillies respectivement l'eau purifiée et l'eau saumâtre.

15

Les brides externes 31, 31' sont par exemple constituées de plaques de polymère obtenues par moulage ou usinage. Elles comportent en outre des perçages latéraux 36 qui permettent le passage d'éléments de contention ou de serrage, des perçages 46 qui permettent le centrage des différents éléments de l'étage de 20 traitement lors de son assemblage, des perçages 47 qui permettent l'alimentation et l'extraction des électrolytes. Les brides sont fixées l'une à l'autre de manière à maintenir entre elles les différentes couches constituant l'unité d'électrodialyse, ces couches étant suffisamment serrées les unes contre les autres pour obtenir une étanchéité entre elles suffisante.

25

Les électrodes 37, 37' par exemple de forme rectangulaire et d'épaisseur de quelques millimètres, sont constituées d'une feuille métallique revêtue de métal noble. De préférence, elles sont constituées de titane dont la face de travail est revêtue d'oxydes de métaux précieux, ou de métaux précieux tels que le platine 30 ou l'or. Lorsque l'unité d'électrodialyse est en fonctionnement, les électrodes sont polarisées par du courant continu.

Les cadres d'électrode 38 dans lesquels les électrodes 37, 37' sont respectivement insérées sont réalisés en polymère ou en élastomère et présentent la même épaisseur que les électrodes. La face arrière de l'ensemble électrode 37 ou 37' - cadre d'électrode 38 est revêtue d'un joint 39 de face arrière d'électrode, formé d'un film en polymère élastique, percé en son centre pour laisser apparaître une

- 10 -

partie de la face arrière de l'électrode 37, 37' et comportant d'autres perçages nécessaires au passage des électrolytes.

- L'alimentation en courant continu des électrodes 37 est réalisée au moyen d'un fil
- 5 de cuivre revêtu d'une gaine et dénudé à son extrémité, laquelle extrémité est en contact direct avec l'électrode. Afin d'obtenir les étanchéités et isolations nécessaires, la gaine du fil de cuivre est soudée ou collée dans l'orifice 35 de la bride 31, 31' qu'il traverse.
- 10 Afin d'assurer la distribution de l'eau dans les canaux définis par les cadres séparateurs 40, 41 sur les surfaces d'échange des membranes 44, 45, les cadres séparateurs, les membranes, les électrodes 37 et les brides sont empilés suivant les séquences suivantes.
- 15 Dans le cas où l'unité d'électrodialyse comporte un seul étage de traitement, elle est constituée de la séquence de couches suivante :

Bride - Joint - CE/El - CSE - MC - CS1 - MC - CS2 - MC - CS1 - MC - n x (CS2 - MA - CS1 - MC) - CS2 - MC - CS1 - MC - CS2 - MC - CSE - El/CE - Joint - Bride

20

dans laquelle :

CE/El ou El/CE est un assemblage du cadre 38 et de l'électrode 37,

CSE est un cadre séparateur 40,

MC est une membrane échangeuse de cations 44,

25 CS1 est un cadre séparateur 41 en position 1,

CS2 est un cadre séparateur 41 en position 2,

MA est une membrane échangeuse d'anions 45, et

n est une valeur entière par exemple comprise entre 1 et 150 pour un appareil domestique ou collectif.

30

Les cadres séparateurs 41 sont disposés dans deux positions différentes CS1 et CS2, de manière à définir des canaux de transfert des fluides entre les différentes couches correspondant à la circulation des fluides souhaitée dans l'unité d'électrodialyse.

35

Dans le cas où l'unité d'électrodialyse comporte deux étages de traitement, elle est constituée de la séquence de couches suivante :

Bride - Joint - CE/EI - CSE - MC - CS1 - MC - CS2 - MC - CS1 - MC - n x (CS2 - MA - CS1 - MC) - Ms - n x (CS2 - MA - CS1 - MC) - CS2 - MC - CS1 - MC - CS2 - MC - CSE - EI/CE - Joint - Bride

5 dans laquelle Ms est une membrane échangeuse de partition des étages qui diffère des membranes 44, 45 uniquement dans la position et la présence des perçages de passage des fluides à travers les différentes couches de l'unité d'électrodialyse. En particulier, la membrane Ms permet d'obtenir une connexion en série, au lieu d'une connexion en parallèle des deux étages.

10

Il est à noter que les séquences proches des électrodes sont fixes, quelle que soit la valeur de n.

Il est à noter que l'on a placé plusieurs membranes 44 échangeuses de cations 15 MC successives à la suite des électrodes avant de placer des membranes 45 échangeuses d'anions MA. Cette disposition permet de limiter le risque de précipitations sur les membranes MA, qui est plus important au voisinage des électrodes. Bien entendu, dans le cas où l'eau à traiter est moins dure ou moins alcaline, cette disposition n'est pas nécessaire.

20

Les cadres séparateurs 40, 41 sont réalisés par des opérations de découpe et de conformage par estampage d'un matériau se présentant sous la forme de feuilles ou de films. Ces opérations de découpe et de conformage sont effectuées de manière à ce que le cadre séparateur définisse entre deux membranes 25 échangeuses 44, 45 adjacentes, un canal étroit 48, 48', 48a, conformé de manière à assurer une irrigation régulière (à vitesse constante) par l'eau de majeure partie de la portion centrale des surfaces des membranes.

Compte tenu des caractéristiques physico-chimiques des eaux à traiter, les cadres séparateurs 40, 41 présentent une très faible épaisseur, inférieure à 1 mm, de 30 préférence de l'ordre de 0,1 à 0,6 mm, de manière à minimiser la chute ohmique entre les électrodes 37, et donc la consommation d'énergie. Cette caractéristique permet également de favoriser les apports de matière à la surface des membranes échangeuses d'ions, et donc d'augmenter les rendements spécifiques d'extraction ioniques des membranes.

35

Sur les figures 6 et 7, les cadres séparateur 40, 41 présentent une forme carrée, le canal étroit 48, 48', 48a ayant une forme sinuuse de manière à occuper la majeure partie de la portion centrale de la surface du cadre séparateur.

- Sur la figure 7 montrant un cadre séparateur 41, chacune des deux extrémités du canal 48, 48' débouche par une section de liaison 53 plus étroite sur des orifices d'alimentation 52a et d'évacuation 52b, qui communiquent avec les entrées 32 et 5 sorties de l'eau 33, 34, 34' de l'unité d'électrodialyse. Le rôle de ces sections de liaison 53 plus étroites est de maintenir la planéité des membranes adjacentes 44, 45 dans la région des orifices d'alimentation 52a, 52b, et ainsi d'assurer l'étanchéité entre les couches à ce niveau.
- 10 Le cadre séparateur 41 comporte en outre deux perçages 54a, 54b permettant de définir respectivement deux autres canaux de transfert de fluides entre les couches de l'unité d'électrodialyse.
- Il est à noter que pour des raisons de niveau de perte de charge, la présence des 15 sections de liaison 53 n'est possible que dans le cas de faibles débits, correspondants à ceux qui sont requis dans les applications domestiques. Dans des applications où un débit plus important est requis, il est nécessaire de prévoir d'autres aménagements induisant des coûts supplémentaires.
- 20 Le cadre 41 comprend également deux perçages 55a, 55b également pour le passage des fluides entre les couches de l'unité d'électrodialyse, et deux perçages 46 permettant le centrage des différentes couches de l'unité d'électrodialyse lors de son montage. En fait, le cadre 41 est conçu de manière à pouvoir être utilisé dans la position montrée sur la figure 6 et dans la position retournée, un seul 25 perçage 55a, 55b étant utilisé par chaque cadre pour le transfert de fluides entre les couches.
- Les perçages 52a, 52b, 54a, 54b sont formés dans deux angles opposés du cadre et présentent une forme telle que la distance avec le bord de la membrane soit 30 suffisante pour assurer l'étanchéité externe, tout en offrant une surface relativement importante sans limiter la surface d'échange définie par le canal 48, 48'.
- Sur la figure 6, le cadre séparateur 40 comprend également des perçages 46, 52a, 35 54a, 52b, 54b disposés aux mêmes emplacements que sur le cadre 41, et un canal 48a, 48b, analogue à celui 48, 48' du cadre 41, mais qui ne communique pas avec les perçages 52a ou 54a, et 52b ou 54b, et dont les extrémités coïncident avec les emplacements des perçages 55a, 55b du cadre 41.

Typiquement, les canaux 48, 48', 48a, 48b des cadres 40, 41 présentent une largeur de quelques millimètres à 1 centimètre, et de préférence de l'ordre de 2,5 mm, de manière à assurer une bonne définition géométrique du canal, et éviter l'effondrement des membranes 44, 45 adjacentes, la largeur des sections plus 5 étroites 53 des cadres 41 étant de l'ordre de 1 à 2 mm. La longueur du canal 48, 48', 48a, 48b peut varier de quelques centimètres à quelques mètres.

Sur la figure 8, les membranes 54, 55 comportent également des perçages 46, 52a, 54a, 52b, 54b et 55a, disposés aux mêmes emplacements que sur les cadres 10 40, 41.

Alternativement, les différentes couches de l'unité d'électrodialyse peuvent être circulaires. Dans ce cas, les cadres séparateurs 41' peuvent être réalisés de la manière représentée sur la figure 9. Ce cadre comprend également une découpe 15 en forme de serpentin 48" de manière à délimiter un canal sinueux avec les deux membranes adjacentes 44, 45. Comme dans le mode de réalisation précédent, il comporte des perçages 52a' et 52b' qui communiquent avec les extrémités de la découpe 48" pour l'alimentation et l'évacuation du fluide dans le canal délimité par la découpe, deux autres perçages 54a' et 54b' permettant définir un canal de 20 transfert de fluides avec les autres couches de l'unité d'électrodialyse, et des perçages 55a' et 55b' permettant de définir encore un autre canal.

Comme montré d'une manière très schématique sur la figure 5, l'eau à traiter est introduite par l'orifice d'entrée 32 dans le canal 61 défini par les perçages 52a, 25 52b, 54a, 54b correspondants, formés dans les différentes couches de l'unité d'électrodialyse 5, pour se disperser dans les cadres séparateurs 41, entre les membranes 44, 45, mais pas dans les cadres séparateurs 40 d'électrode et de membrane.

30 Les perçages 52a, 52b, 54a, 54b réalisés dans les différentes couches de l'unité d'électrodialyse (membranes 44, 45 et cadres 40, 41) sont réalisés de manière à définir trois canaux 61, 62, 63 passant à travers les couches de l'unité d'électrodialyse, à savoir un canal 61 formé de deux perçages 52a, 52b ou 54a, 54b contigus, pour la distribution de l'eau à traiter dans les cadres séparateurs 41 35 de membranes, et deux canaux 62, 63 de récupération de l'eau traitée et de l'eau saumâtre en sortie des cadres séparateurs 41, le canal 62 étant relié aux sorties des canaux 48, par exemple d'ordre impair, et le canal 63 aux sorties des canaux 48', par exemple d'ordre pair (voir figure 5).

Lorsqu'un champ électrique continu est appliqué à l'eau à traiter présente dans les cadres 41 entre les électrodes 37, 37', les anions sont attirés par l'électrode positive 37 (située à gauche sur la figure), tandis que les cations sont attirés par l'électrode négative 37' (située à droite sur la figure). Durant ce double flux 5 inverse d'ions et le passage de l'eau dans les canaux 48, 48' formés par les cadres séparateurs 41, les ions se retrouvent piégés dans les canaux 48' des cadres séparateurs 41 situés entre les paires de membranes échangeuses d'ions de signes opposés, adjacentes, ces paires étant constituées d'une membrane 44 échangeuse de cations, située du côté de l'électrode 37 et d'une membrane 45 échangeuse 10 d'anions, située du côté de l'électrode 37'. En contre partie, l'eau dans les canaux 48 des cadres séparateurs 41 entre les paires de membranes adjacentes, constituées d'une membrane 45 échangeuse d'anions, située du côté de l'électrode 37 et d'une membrane 44 échangeuse de cations, située du côté de l'électrode 37', 15 se retrouve purifiée à la sortie de ces canaux. L'eau saumâtre est donc récupérée en sortie des canaux 48' et évacuée vers la sortie 34 par le canal 62, et l'eau purifiée en sortie des canaux 48 est recueillie dans le canal 63.

Selon une particularité de l'invention, les différentes couches (cadres séparateurs 40, 41 et membranes 44, 45) comprennent chacune un quatrième perçage 55a, 20 55b permettant de définir un quatrième canal 64 traversant ces couches qui débouche à ses deux extrémités respectivement dans les canaux 48a, 48b des deux cadres séparateurs 40 d'électrode et de membrane, le canal 63 étant relié au canal 48a du cadre séparateur 40 d'électrode et de membrane, situé contre l'anode 37, et la sortie du canal 48b du cadre séparateur 40 situé contre la l'électrode 37' 25 étant reliée à la sortie d'eau purifiée 33 de l'unité d'électrodialyse.

De cette manière, l'eau purifiée passe sur les deux électrodes 37, 37' avant d'être envoyée vers la sortie 33 de l'unité d'électrodialyse.

30 Le passage de l'eau purifiée sur l'électrode négative 37' permet de réduire les phénomènes de précipitation sur cette électrode, dus notamment à la très faible acidité de l'eau environnante. En effet, le passage de l'eau purifiée qui est plus acide ou moins alcaline permet d'augmenter l'acidité de l'eau au voisinage de l'électrode. On évite ainsi un prétraitement d'adoucissement de l'eau.

35

Par ailleurs, le passage de l'eau purifiée sur l'électrode positive 37 permet de placer cette eau dans un environnement oxydant à effet bactéricide, résultant de la proximité de cette électrode. On évite ainsi un post traitement antibactérien.

Selon une autre particularité de l'invention, la polarité du courant continu, appliquée aux électrodes est inversée périodiquement, à une fréquence régulière appropriée. Cette disposition permet d'éviter l'accumulation par précipitations successives de matières insolubles sur l'électrode polarisée négativement et sur

5 les membranes.

- Les alternances positives et négatives ont de préférence la même durée qui est adaptée à la qualité de l'eau à traiter, et principalement à sa dureté calcique et magnésienne. Cette durée est de préférence comprise entre quelques minutes et
- 10 quelques dizaines de minutes, et de préférence entre deux et dix minutes. De la même manière, les quantités de courant continu délivrées au système durant les alternances sont égales. Ces valeurs de durée et de quantité de courant sont déterminées de manière à obtenir un compromis entre des durées /quantités de courant trop faibles qui rendent difficiles la séparation ionique de l'eau purifiée,
- 15 et des durées/quantité de courant trop longues qui induisent la formation par précipitation sur les électrodes d'une couche de matière relativement épaisse qui aura tendance à se détacher par plaques lors de l'alternance suivante, et donc à boucher les canaux, notamment 48, 48' de l'unité l'électrodialyse.
- 20 Avantageusement, la précision de l'équilibre des durées des alternances et de celles des quantités de courant continu délivrées au système sont inférieures à  $\pm 1\%$ , de préférence inférieure à  $\pm 0,05\%$ .
- Cet équilibrage de la durée des alternances positives et négatives est par exemple
- 25 effectué par un compteur numérique très précis qui n'effectue le comptage de la durée des alternances que pendant les périodes où l'unité d'électrodialyse est mise sous tension, en tenant compte de la durée de l'alternance commencée au moment de la mise hors tension précédente de l'unité d'électrodialyse.
- 30 Par ailleurs, l'équilibre des quantités de courant continu délivrées au système durant les alternances de polarité requiert l'utilisation d'une alimentation en courant continu, délivrant une intensité constante, cette intensité pouvant être réglée en fonction des caractéristiques de l'eau à traiter et du débit traité.

35

Cette inversion de polarité implique l'utilisation de la double électrovanne 15, 16, à deux voies, apparaissant sur les figures 2 et 3, que l'on relie à l'entrée 49 du canal 48a, et aux sorties 34, 34' des canaux 62 et 63 montrés sur la figure 5.

Suivant la polarité appliquée aux électrodes, l'eau purifiée se trouve soit à la sortie 34, soit à la sortie 34'. Si l'eau purifiée est en sortie 34, l'électrovanne 15 est commandée par l'organe de commande 9', 9" de manière à envoyer l'eau purifiée appliquée en entrée dans la conduite de jonction entre les deux 5 électrovanne 15, 16, laquelle est reliée à l'entrée 49 de l'unité d'électrodialyse 5. Parallèlement, l'eau saumâtre arrive par la sortie 34' sur l'électrovanne 16 qui est commandée par l'organe de commande 9', 9" de manière à envoyer l'eau saumâtre vers le circuit d'évacuation des eaux usées 8. Lors de l'alternance suivante, l'eau purifiée se trouve en sortie 34' et arrive sur l'électrovanne 16 qui 10 est commandée de manière à envoyer l'eau purifiée sur l'entrée 49, tandis que l'eau saumâtre qui se trouve en sortie 34 est envoyée par l'électrovanne 15 vers le circuit d'évacuation 8 des eaux usées.

Avantageusement, on prévoit un léger décalage entre les instants de commande 15 des électrovanne 15 et 16 de manière à purger le circuit dans lequel l'eau saumâtre vient de passer, et par lequel va transiter l'eau purifiée.

Bien entendu, l'inversion de polarité des électrodes 37, 37' de l'unité d'électrodialyse n'est pas nécessaire si l'eau à traiter est très peu dure ou est 20 préalablement adoucie. Dans ce cas, le dispositif représenté sur la figure 2 peut être simplifié de la manière représentée sur la figure 10. Sur cette figure, la double électrovanne 15, 16 a été supprimée. La sortie 34' est reliée directement au circuit d'évacuation 8 des eaux usées, tandis que la sortie 34 est rebouclée directement sur l'entrée 49. Dans le circuit en amont du filtre 4, on peut 25 également remplacer l'électrovanne 14 par un régulateur de débit 71. L'ensemble du dispositif est commandé et alimenté en énergie électrique par un organe de commande 90.

De même, dans le cas du dispositif représenté sur la figure 1, on peut prévoir 30 d'effectuer un nettoyage / détartrage périodique à l'aide d'une dose d'un agent chimique acide alimentaire introduit dans le réservoir 1.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de purification de l'eau à usage domestique ou collectif, ce dispositif comportant une unité d'électrodialyse (5) comprenant :
  - 5 - deux électrodes (37, 37') planes disposées en regard l'une de l'autre, qui sont soumises à une tension continue pour générer entre elles un champ électrique continu,
  - une pluralité de membranes (44, 45) échangeuses d'ions disposées entre les électrodes, les unes (44) étant sélectives des ions positifs, et les autres des ions 10 négatifs (45), et
  - une pluralité de cadres séparateurs (41) de membranes, disposés chacun entre deux membranes (44, 45) échangeuses d'ions adjacentes, et permettant le passage de l'eau à traiter sur la surface de ces deux membranes,
  - deux cadres séparateurs (40) d'électrode et de membrane, disposés 15 respectivement entre les deux électrodes (37, 37') et les membranes échangeuses (44) d'ions adjacentes, et permettant le passage de l'eau le long des électrodes,
  - une conduite (61) de répartition de l'eau à traiter dans les cadres séparateurs (41), et deux conduites (62, 63) respectives d'extraction d'eau saumâtre et 20 d'eau purifiée des cadres séparateurs,
- caractérisé en ce que l'unité d'électrodialyse (5) comprend des moyens pour envoyer l'eau à traiter exclusivement dans les cadres séparateurs (41) entre deux membranes échangeuses d'ions, et des moyens pour envoyer l'eau purifiée de la conduite d'extraction d'eau purifiée dans les cadres séparateurs (40) d'électrode et 25 de membrane, avant de l'envoyer en sortie (33) de l'unité d'électrodialyse.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (9', 9'") pour inverser la polarité appliquée aux électrodes (37, 37'), et pour commander l'inversion de polarité 30 d'une manière périodique, de manière à ce que les durées respectives des alternances de polarisation positive et des alternances de polarisation négative soient égales, et/ou de manière à ce que les quantités de courant continu délivrées au système durant chaque alternance soient égales, et des moyens d'électrovannes (15, 16) commutés à chaque alternance pour orienter l'eau saumâtre extraite vers 35 la sortie (34) d'eau saumâtre de l'unité d'électrodialyse (5), et l'eau purifiée dans les cadres séparateurs (40) d'électrode et de membrane, puis vers la sortie (33) d'eau purifiée de l'unité d'électrodialyse.

3. Dispositif selon la revendication 2,  
caractérisé en ce que la durée des alternances de polarité est comprise entre quelques minutes et quelques dizaines de minutes, de préférence entre deux et 5 dix minutes.

4. Dispositif selon la revendication 2,  
caractérisé en ce que l'égalité de la durée des alternances de polarité et/ou la quantité de courant continu délivrée au système sont obtenues avec une précision 10 inférieure à  $\pm 1\%$ , de préférence inférieure à  $\pm 0,05\%$ .

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce qu'il comprend une unité de prétraitement (4) disposée en amont 15 de l'unité d'électrodialyse (5), adaptée à la qualité physico-chimique de l'eau à traiter.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce qu'il consiste en un petit appareil électroménager comprenant dans un boîtier, un réservoir (1) d'eau à traiter, à la pression atmosphérique, une 20 pompe (3) reliée à la sortie du réservoir (1) pour envoyer l'eau à traiter vers l'unité d'électrodialyse (5), un réservoir d'eau purifiée (6), à la pression atmosphérique et relié à la sortie (33) d'eau purifiée de l'unité d'électrodialyse, et un organe (9) de commande et d'alimentation électrique pour commander la pompe (3) et l'unité d'électrodialyse (5) en fonction du niveau de l'eau à traiter 25 présente dans le réservoir (1).

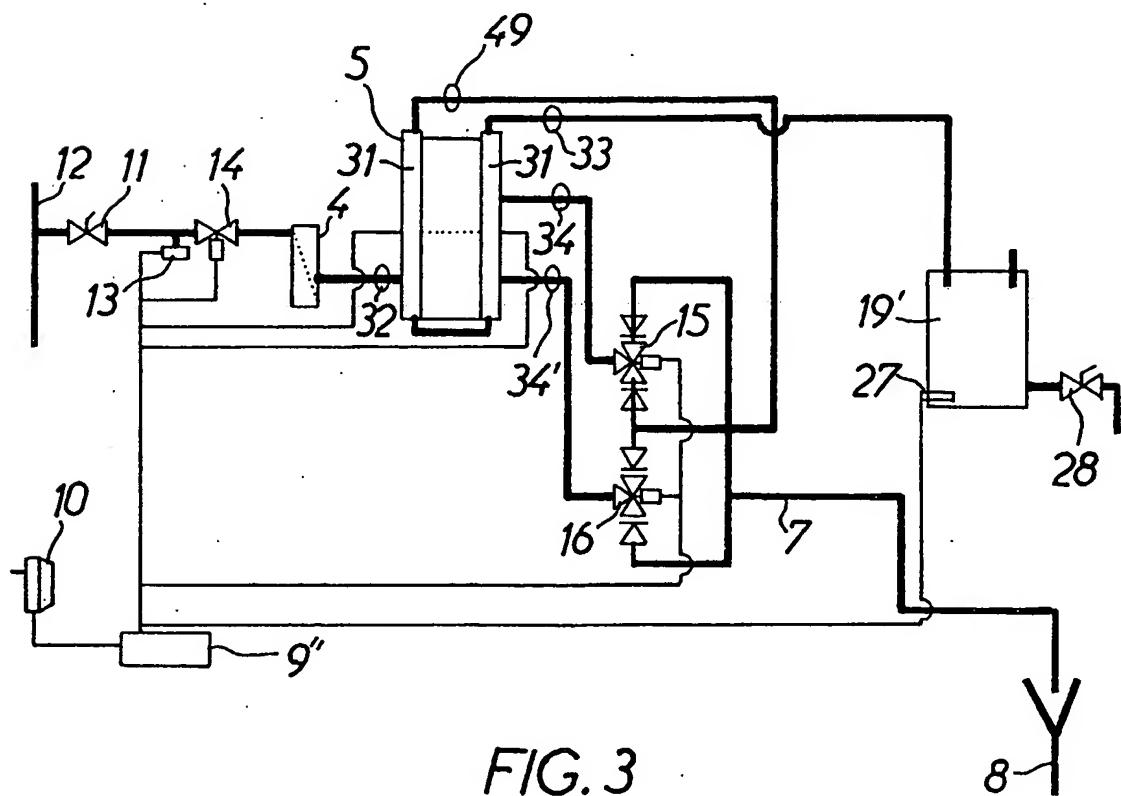
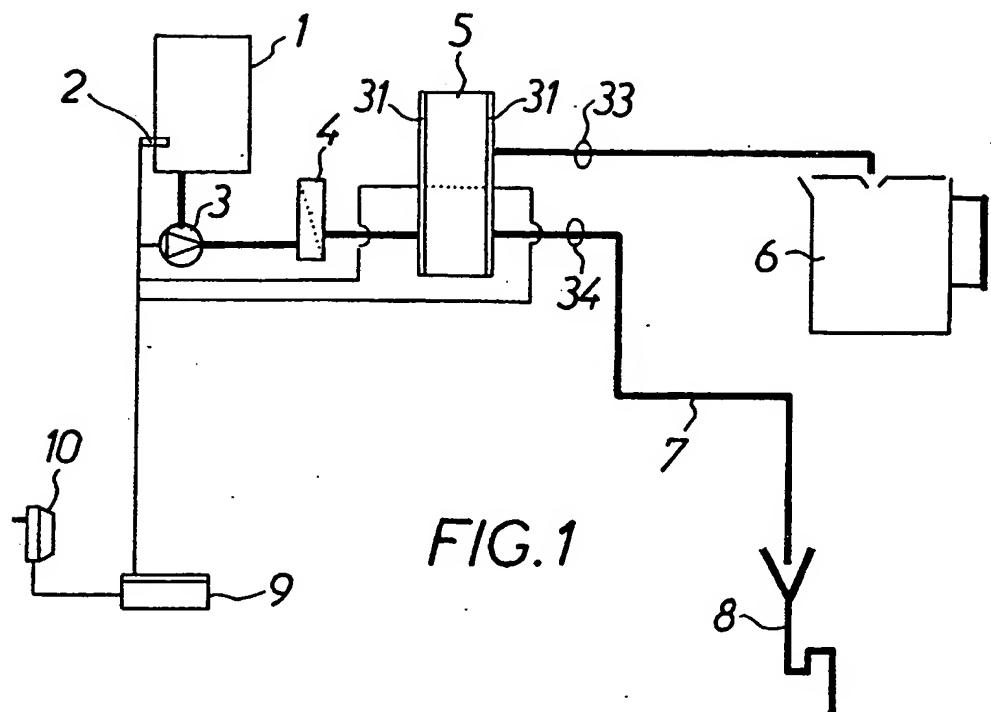
7. Dispositif selon la revendication 6,  
caractérisé en ce que le réservoir d'eau purifiée (6) est amovible.

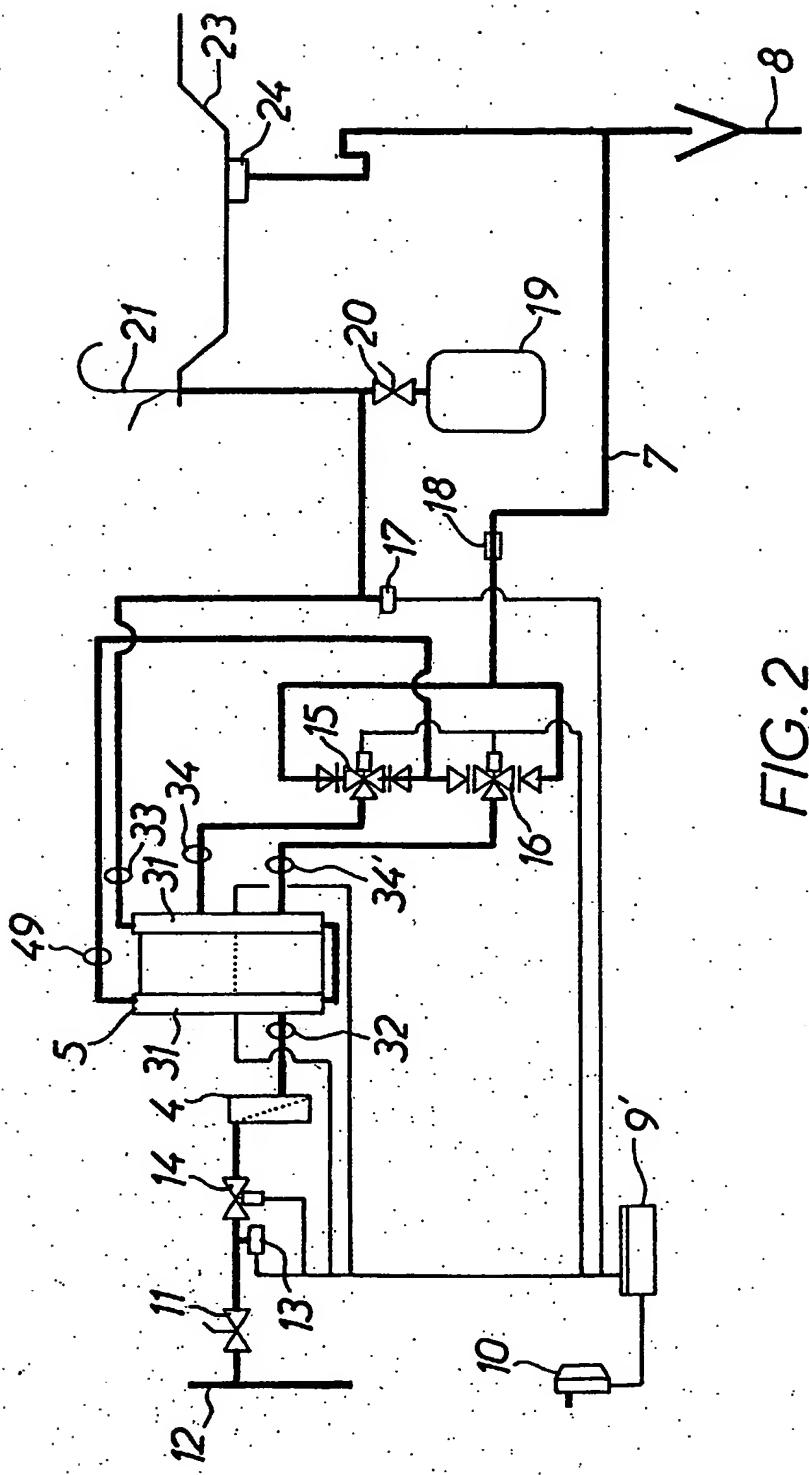
30 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5,  
caractérisé en ce que l'unité d'électrodialyse (5) est reliée à un circuit (12) de distribution d'eau sous pression, par l'intermédiaire d'une électrovanne (14), la sortie (33) de l'eau purifiée de l'unité d'électrodialyse étant reliée à un réservoir 35 (19) sous pression permettant de distribuer à la demande de l'eau sous pression, le dispositif comprenant un organe de commande (9') assurant la commande automatique de l'unité d'électrodialyse (5) en fonction de la pression détectée dans le circuit d'eau purifiée.

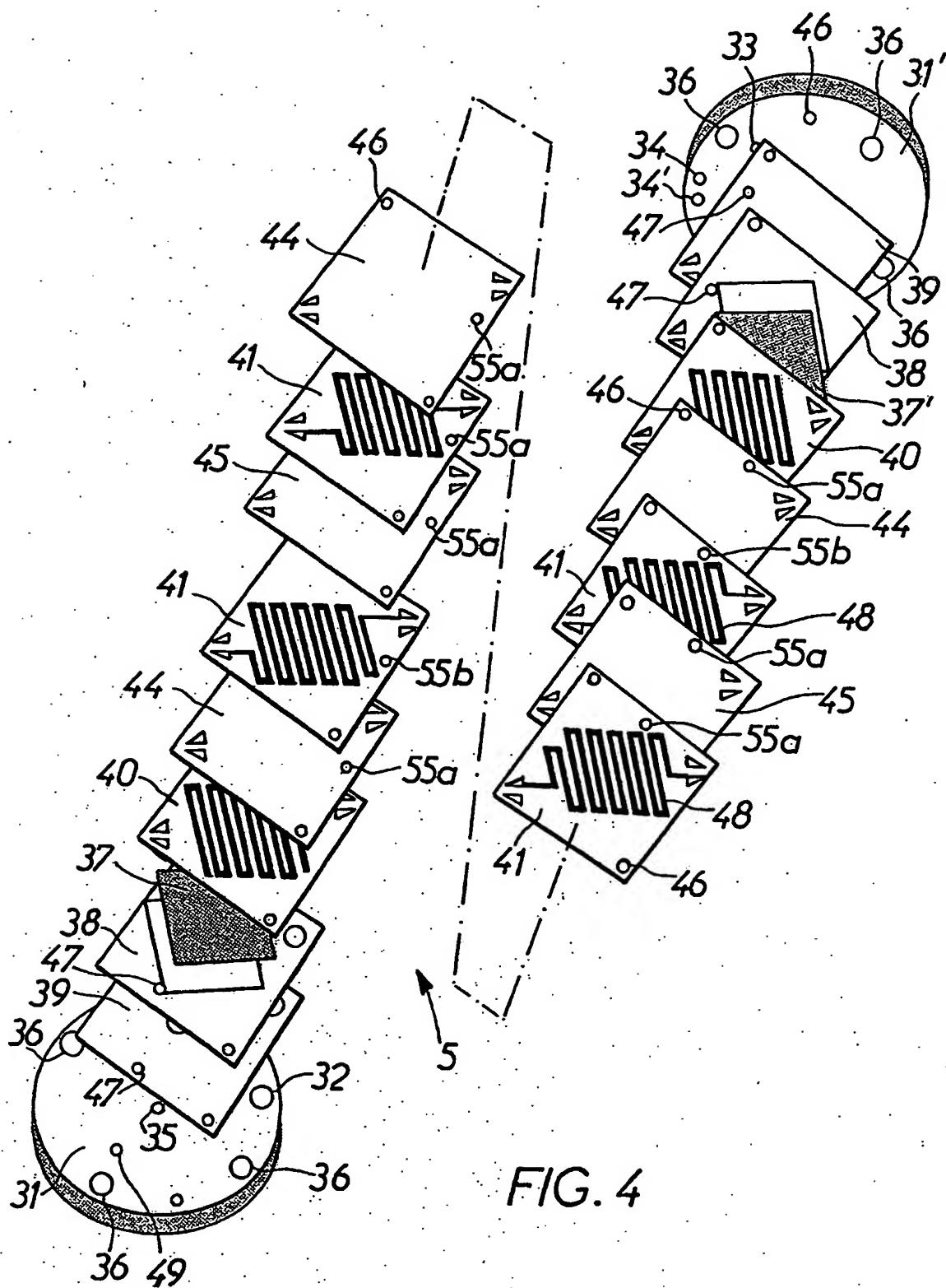
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce que chaque cadre séparateur (40, 41) présente la forme d'une  
5 plaque d'une épaisseur inférieure à 1 mm et comprenant une découpe sinuuse  
ayant la forme d'un serpentin, de manière à définir avec les membranes (44, 45),  
ou l'électrode (37, 37') et la membrane (44, 45), entre lesquelles il est maintenu,  
un canal (48) à l'entrée duquel l'eau à traiter est injectée, la forme de cette  
10 découpe étant telle qu'elle s'étend sur la majeure partie de la portion centrale du  
cadre séparateur.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
caractérisé en ce que l'unité d'électrodialyse (5) comprend deux brides (31, 31')  
entre lesquelles sont serrées une pluralité de couches constituées successivement,  
15 en partant de chaque bride, d'une électrode (37, 37'), d'un cadre séparateur (40)  
d'électrode et de membrane, d'une membrane échangeuse (44) sélective des ions  
positifs, suivi d'une pluralité de cadres séparateur (41) de membranes, placés en  
alternance avec des membranes (44, 45), l'ensemble de ces couches étant munies  
20 de perçages disposés de manière à définir au moins trois canaux, à savoir un  
canal (61) de distribution de l'eau à traiter dans les cadres séparateurs de  
membranes (41), un canal (62) de récupération du fluide en sortie des cadres  
séparateurs de membranes (41) situés entre une membrane sélective des ions  
positifs dans une première direction perpendiculaire aux plans des électrodes, et  
25 une membrane sélective des ions négatifs dans une seconde direction opposée, et  
un canal (63) de récupération du fluide en sortie des cadres séparateurs de  
membranes (41) situés entre une membrane sélective des ions négatifs dans la  
première direction, et une membrane sélective des ions positifs dans la seconde  
direction.

30 11. Dispositif selon la revendication 10,  
caractérisé en ce que l'ensemble des couches de l'unité d'électrodialyse (5) situées  
entre les brides (31, 31') comprennent en outre des perçages (55a, 55b) disposés  
de manière à définir un quatrième canal (64) permettant de relier entre eux les  
deux cadres séparateurs (40) d'électrode et de membrane.







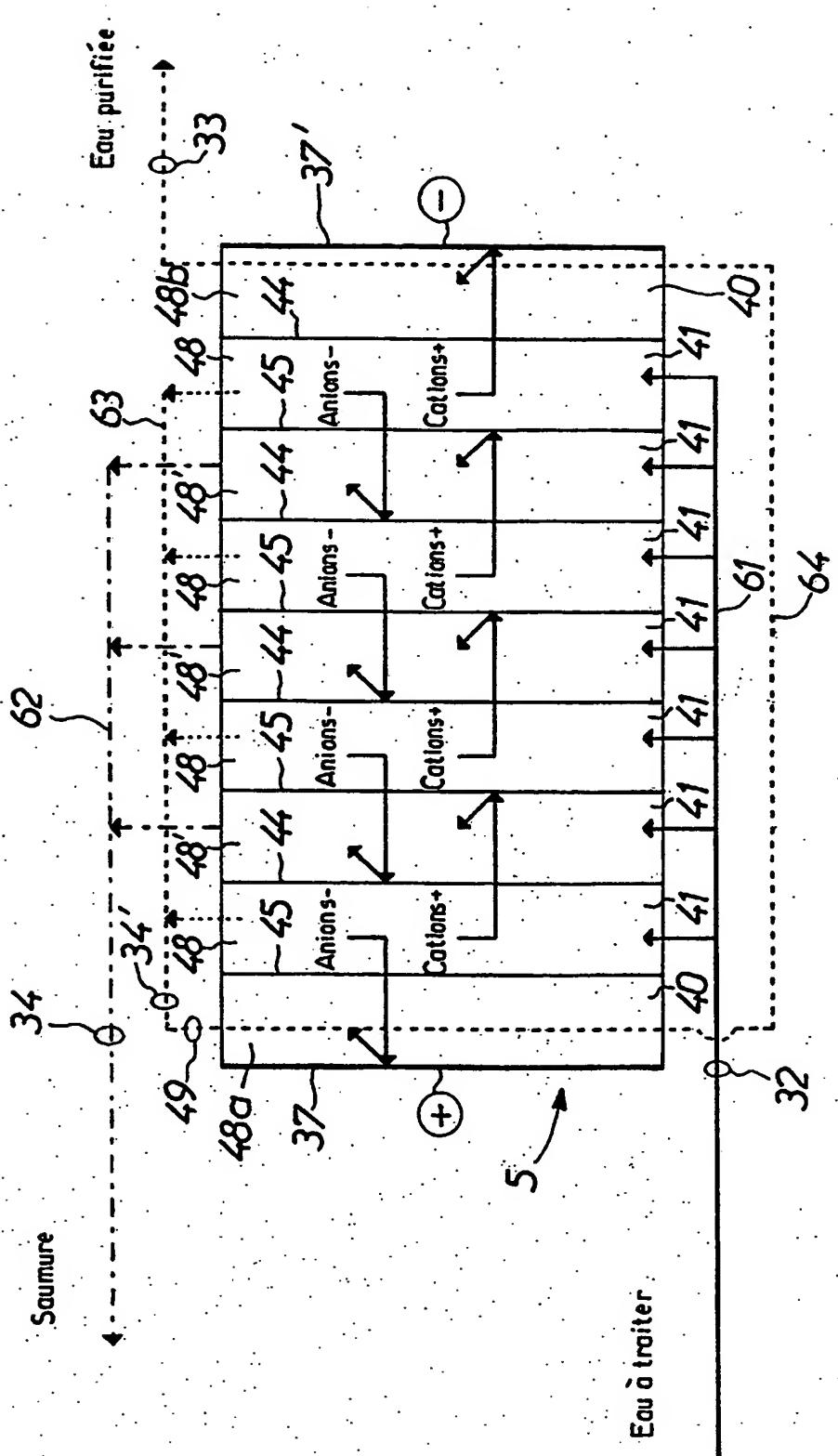


FIG. 5

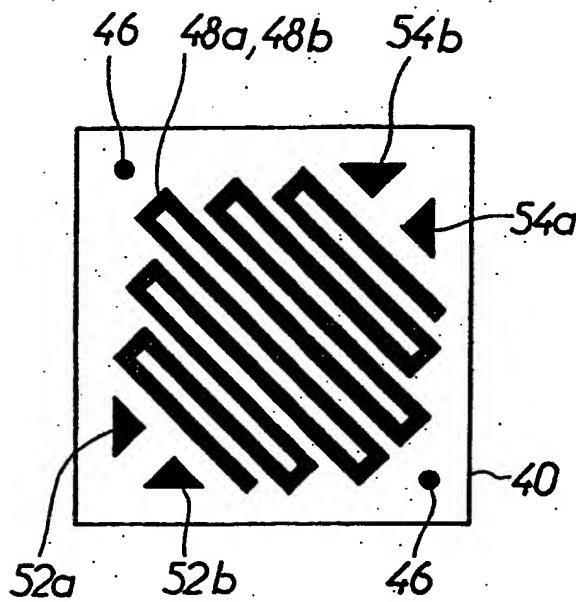


FIG. 6

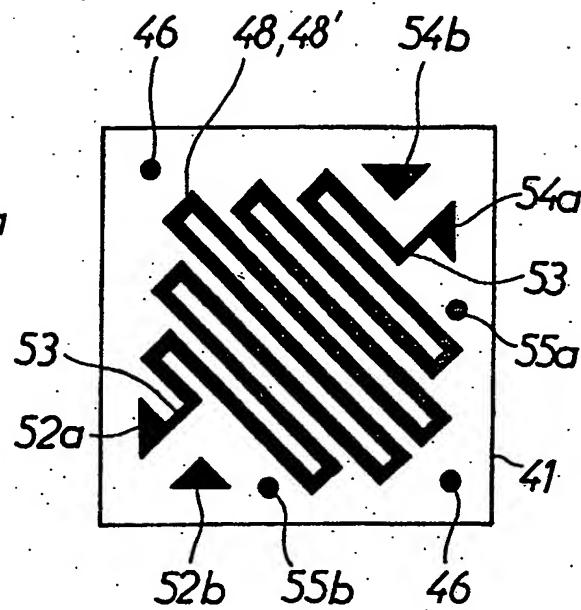


FIG. 7

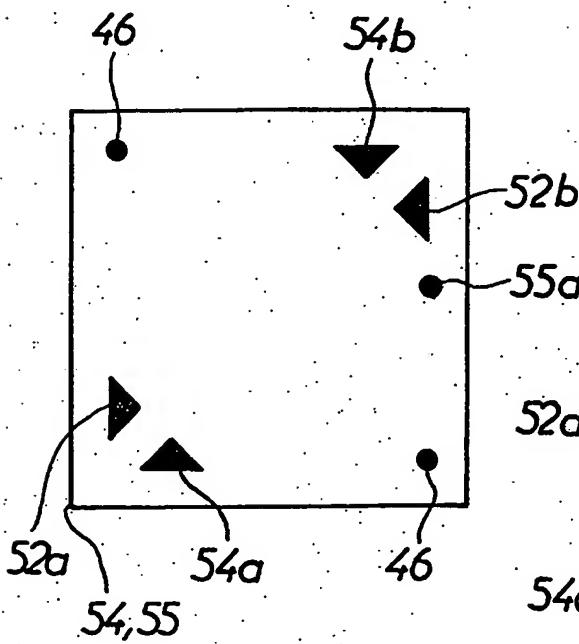


FIG. 8

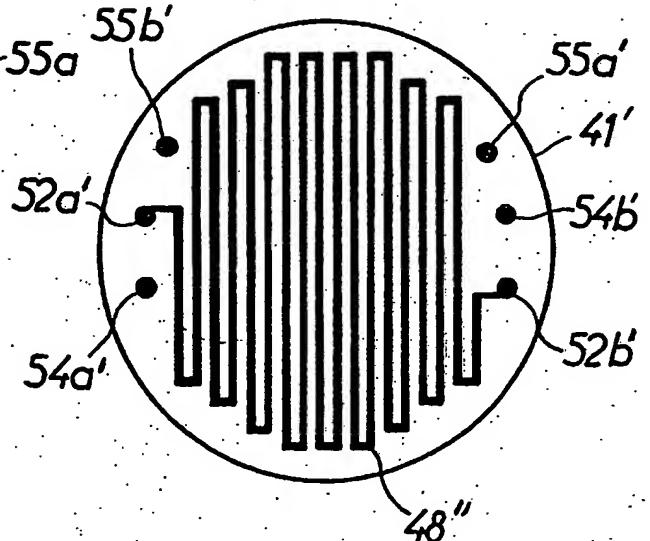


FIG. 9

BEST AVAILABLE COPY

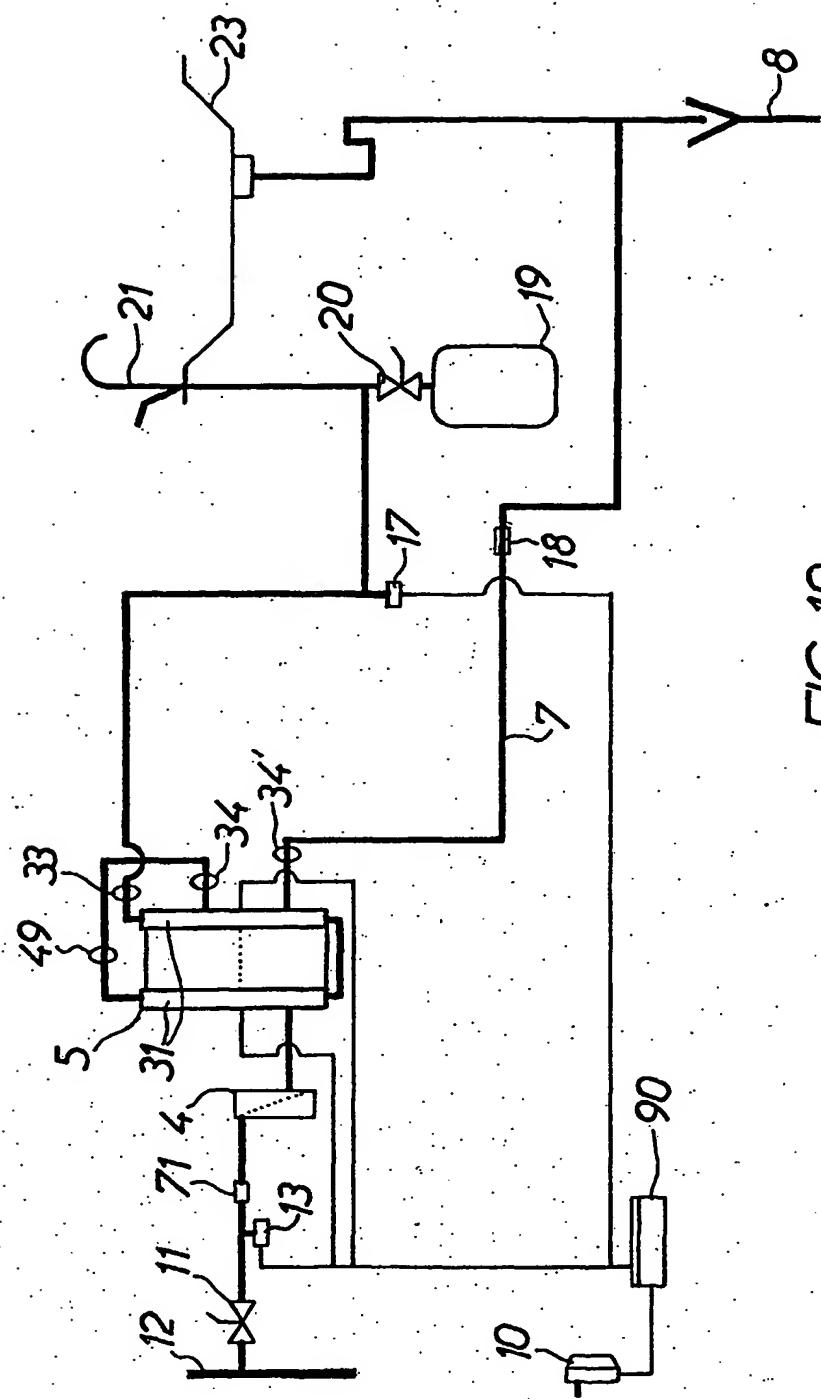


FIG. 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/FR 00/03682A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B01D61/44 B01D61/52 C02F1/469

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B01D C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 18 812 A (KERNFORSCHUNGSSANLAGE JUELICH) 7 December 1995 (1995-12-07) the whole document ---	1
A	GB 2 311 999 A (ELGA GROUP SERVICES LTD) 15 October 1997 (1997-10-15) the whole document ---	1
A	DE 42 31 028 A (GEWERK KERAMCHEMIE) 24 March 1994 (1994-03-24) the whole document ---	1
A	FR 2 145 755 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 23 February 1973 (1973-02-23) the whole document ---	1
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 February 2001

Date of mailing of the international search report

07/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Devisme, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/FR 00/03682

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 736 023 A (GALLAGHER CHRISTOPHER J ET AL) 7 April 1998 (1998-04-07) the whole document -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/FR 00/03682

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4418812	A 07-12-1995	WO 9532791 A		07-12-1995
		EP 0762927 A		19-03-1997
		JP 10500895 T		27-01-1998
GB 2311999	A 15-10-1997	DE 19713977 A		30-10-1997
DE 4231028	A 24-03-1994	NONE		
FR 2145755	A 23-02-1973	ES 404691 A		16-06-1975
		IL 39856 A		30-01-1976
		IT 964604 B		31-01-1974
US 5736023	A 07-04-1998	EP 1034833 A		13-09-2000
		EP 1044717 A		18-10-2000
		EP 0759805 A		05-03-1997
		JP 10500617 T		20-01-1998
		WO 9532052 A		30-11-1995
		US 5558753 A		24-09-1996

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De Internationale No  
PCT/FR 00/03682

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B01D61/44 B01D61/52 C02F1/469

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B01D C02F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 44 18 812 A (KERNFORSCHUNGSSANLAGE JUELICH) 7 décembre 1995 (1995-12-07) le document en entier ----	1
A	GB 2 311 999 A (ELGA GROUP SERVICES LTD) 15 octobre 1997 (1997-10-15) le document en entier ----	1
A	DE 42 31 028 A (GEWERK KERAMCHEMIE) 24 mars 1994 (1994-03-24) le document en entier ----	1
A	FR 2 145 755 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 23 février 1973 (1973-02-23) le document en entier ----	1
		-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document délinquant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27 février 2001

07/03/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Devisme, F

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Det Internationale No  
PCT/FR 00/03682

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 736 023 A (GALLAGHER CHRISTOPHER J ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) le document en entier -----	1

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs à membres de familles de brevets

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication

Document brevet cité

Date de publication

Membre(s) de la famille de brevet(s)

Date de publication